Zur
Ontogenese der Schweinemolaren.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL.

Vorgelegt

von

Paul Nawroth
aus Waldenburg i. Schles.

BERLIN.
Druck von Emil Streisand, Berlin C., Seydelstrasse 29.
1893.

Seinen Eltern

in

Dankbarkeit und Liebe.

Der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543921_0135

In Folge meiner Beschäftigung als Zahnarzt war es mir von hohem Interesse, mich näher als es unsere Ausbildung mit sich bringt, mit der Zahnentwicklung zu beschäftigen, daher habe ich seit längerer Zeit die darauf bezügliche Litteratur durchstudiert. Die starke Verwirrung, die gerade auf diesem Gebiete herrscht und die hauptsächlich durch neuere Arbeiten hervorgerufen worden ist, in denen alte, bisher allgemein gültige Anschauungen über den Haufen geworden, veranlasste mich, selbst auf diesem Gebiete Studien zu machen.

Da ich nun einiges gefunden zu haben glaube, was die Angaben der neueren Autoren in mancher Beziehung bestätigt, in anderer jedoch der Meinung der älteren wieder zu ihrem Rechte verhilft, so habe ich mich bewogen gefühlt, das Resultat meiner Untersuchungen in dieser Form zu veröffentlichen. Ich hielt es für notwendig, an einem Untersuchungsobjekt die Hauptfragen zu studieren, da die Wirbeltiere gerade in Bezug auf die Zahnbildung auf so verschiedenen Stufen der Entwicklung stehen.

Eine Durcheinanderuntersuchung von allen möglichen Typen kann meiner Meinung nach nur dann zu einer Verständigung führen, wenn die betreffende Type in allen Entwicklungsphasen vollständig untersucht wird und nicht die eine in dieser, die andere in jener Entwicklungsstufe, welche sich unter einander gar nicht entsprechen.

Mein Untersuchungsobjekt war nun das Schwein, weil es gerade in vieler Beziehung auf einer sehr tiefen Stufe der Entwicklung steht und in Bezug auf das Gebiss primitivere Zustände aufzuweisen hat, als vielleicht die Beuteltiere.

I.

Material und Methoden der Untersuchung.

Der Herbeischaffung dieses Untersuchungsmaterials bot sich keine Schwierigkeit, da man von allen grösseren Schlachthöfen in unbegrenzter Menge Schweineembryonen beziehen kann.

Diese untersuchte ich in allen Entwicklungsstadien, die in möglichst frischem Zustande sofort für die Untersuchung vorbereitet wurden. Da mein Hauptaugenmerk sich darauf richten musste, vorzügliches Material für die mikroskopische Untersuchung zu haben, so konservierte ich mir die notwendigsten Teile der Embryonen, nämlich nur die Unterkiefer, und dieses hauptsächtlich deswegen, weil die verwendeten Konservierungsflüssigkeiten schwer in Objekte eindringen und kleinere Gewebsstücke rascher und besser von ihnen durchtränkt werden.

Zur Anwendung kamen möglichst viele Konservierungs- und Färbungs-Methoden. Einige sonst gute Methoden liessen sich gar nicht anwenden, weil die notwendige Entkalkung der Objekte die Wirkung der Tinctionsmittel aufhob.

Als Konservierungsmittel wurden versucht: Quecksilberchlorid, Lang'sche Lösung, Chromsäure, Chromosmiumessigsäure, absoluter Alkohol, Alkoholeisessig, Pikrinschwefelsäure und Pikrinsalpetersäure.

Ich halte es stets bei einer Arbeit für sehr wertvoll, sowie für eventuelle Nachuntersuchungen, als auch für die mikroskopische Technik im Allgemeinen, wenn der Verfasser auf die von ihm verwendeten Methoden näher eingeht und seine Erfahrungen mit denselben mitteilt. Da dieses aber leider bei sehr vielen Autoren nicht der Fall ist, so will ich hier eine genauere Darstellung meiner Methoden geben. Zuerst möchte ich gleich jene Arten

von Konservierung erwähnen, an die ich von vorn herein mit Misstrauen ging und die auch dieses Misstrauen rechtfertigten. Zuvörderst mit Pikrinschwefelsäure. Wenn auch diese Flüssigkeit bezüglich zarter niederer Tiere von unschätzbarem Werte ist, so wird dieselbe doch vollkommen unbrauchbar, sobald die zu konservierenden Organismen und Organe kohlensauren Kalk enthalten. Es entsteht bei der Behandlung solcher Organe mit Pikrinschwefelsäure in demselben stets unlöslicher Gyps, der das Schneiden entweder zur Unmöglichkeit macht, oder mindestens die Organe unter dem Messer deformiert. Auch die reine Chromsäurebehandlung konnte in ihren Erfolgen mich nicht befriedigen. Ihre geringe Durchtränkungsfähigkeit und ihre unangenehme Eigenschaft, das Färbungsvermögen der behandelten Objekte zu vermindern, liessen mich bald von ihrer Verwendung in reinem Zustande absehen. Ebensowenig befriedigt als Konservierungsflüssigkeit der absolute Alkohol. Er ist ein sehr bequemes Konservierungsmittel und deshalb sind leider meistens die Embryonen, die man in konserviertem Zustande bezieht, wenn nicht mit Chromsäure, so doch mit absolutem Alkohol gehärtet. Sie werden einfach in den absoluten Alkohol gethan und dieser höchstens ein paar Male gewechselt. Dass eine solche Behandlung indess auch für die gröbere Untersuchung nicht ausreicht, ist leicht erklärlich. Der absolute Alkohol mit Zusatz von Essigsäure (nach van Beneden) gab mir auch nicht so gute Resultate, wie ich sie wünschte. Die besten Erfolge hatte ich mit Pikrin-Salpetersäure, wässrigem Sublimat, Lang'scher Lösung und Chromosmium-Essigsäure. Die einfache wässerige Sublimatlösung liess ich später ganz fallen, da Lang'sche Lösung noch besser wirkte. Die letztere wurde teils warm, teils kalt verwendet.

Die Objekte lagen meist 24 Stunden in der Flüssigkeit und wurden dann in Wasser ausgewaschen.

Ich habe mit dieser Methode niemals schlechte Erfahrungen gemacht, habe daher auch Nachbehandlung mit Jod nicht für notwendig erachtet. Nach dem Auswaschen des Sublimates wurden die Stücke in der gewöhnlichen Weise gehärtet. Bei all diesen Methoden, auch bei Benutzung von Pikrinsalpetersäure, war es jedoch noch notwendig, auf die Fixirung und Erhärtung die Entkalkung folgen zu lassen.

Als Entkalkungsmittel wurden in erster Linie diejenigen verwendet, die von den Autoren nur zu diesem Zwecke angegeben sind. Phloro-Glucin-Salpetersäure-Mischung nach Haug, 70er Alkohol mit Salpetersäure, Alkohol-Salzsäuremischung und wässerig saure Lösungen.

Da mir die Phloro-Glucin-Salpetersäuremischung, überhaupt die Salpetersäureverbindungen nicht geeignet erschienen, ich auch Chromsäure aus oben angeführten Gründen nicht verwenden wollte, so habe ich alle nicht mit Chromosmium-Essigsäure konservierten Stücke einer nachherigen Entkalkung mit salzsaurem Alkohol (Alkohol 75%, Salzsäure 5%) unterzogen.

Der salzsaure Alkohol ist ein ausgezeichnetes Mittel. Er wirkt sehr langsam, sodass eine Dislokation der Gewebe ausgeschlossen bleibt, und ferner liegt der Vorteil einer alkoholischen Mischung auf der Hand. Da die Präparate von allen überflüssigen Teilen befreit waren, ging ihre Durchtränkung bald vor sich und in verhältnissmässig kurzer Zeit war die Entkalkung beendet. Die entkalkten Stücke wurden nun entweder nach abermaliger Härtung durchgefärbt oder nach Zerlegung in Schnitten auf dem Objektträger tingiert. Es bleibt mir nun noch übrig, eine Methode zu besprechen, bei der die Verrichtung

des Fixierens, Entkalkens und Färbens in eine Manipulation fällt, nämlich die Methode der Behandlung des frischen Materials mit Chrom-Osmium-Essigsäure und darauf folgender Holzessigdurchtränkung. Die Stücke, die nicht zu gross und kompakt sein dürfen, werden so frisch wie möglich in viel Flüssigkeit gebracht, worin sie im Dunkeln eine längere Zeit verbleiben. Ist man der Meinung, dass die Entkalkung und vollständige Durchtränkung vor sich gegangen, werden die Stücke oberflächlich in destilliertem Wasser abgespült und dann in rohen Holzessig übertragen. In dieser Flüssigkeit werden die Stücke vollkommen schwarz. Darauf folgt tüchtiges Waschen in fliessendem Wasser, langsames Härten und Vorbereitung zum Schneiden. Die Objekte wurden in Paraffin von hohem Schmelzpunkt (56° C.) eingebettet. Zur Verdrängung des absoluten Alkohols wurde nicht Xylol, sondern Chloroform genommen, auch der Alkohol in langsamster Weise vermittelst der Senkmethode verdrängt.

Nachdem die Objekte eine Zeitlang in Chloroform-Paraffin gestanden hatten, wurden sie in reines Paraffin überführt.

Von dem Einbetten in Celloidin wurde Abstand genommen, da es sich nicht als praktisch erwies, auch die von mir meist geübte Schnittfärbung hierbei auf grosse Hindernisse stösst. Um ein eventuelles Ausspringen von einzelnen Teilen, wie es bei sehr harten Präparaten vorzukommen pflegt, zu verhindern, wurde jeder Schnitt mit einer verdünnten Mastix-Collodium-Lösung überzogen, was zwar das Schneiden von Bändern nicht zulässt, aber dafür lückenlose Serien verbürgt. Gefärbt wurden die mit Eiweiss aufgeklebten Schnitte mit Borax-Carmin, Pikro-Carmin, Nigrosin und, wie oben gesagt, Holzessig.

II.

Man unterscheidet bei den Säugethieren einfache und zusammengesetzte Zähne, während bei den Reptilien fast nur einfache Zähne vorhanden sind. Von Röse und Kückenthal ist nun in mehreren Arbeiten die bereits früher aufgestellte Ansicht wieder aufgenommen worden, dass die Backzähne der Säugetiere nicht, wie Osborne, Cope und andere meinen, ihre Höcker durch Auswachsen aus einer ursprünglichen, einheitlichen Basis erworben haben, sondern dadurch, dass mehrere einspitzige Zähne zu einer Einheit verschmolzen sind. Diese Anschauung gründet sich vorwiegend darauf, dass die verschiedenen Zahnspitzen der zusammengesetzten Backzähne ontogenetisch selbstständig verknöchern und erst später mit einander an der Basis verwachsen. Es würden aus diesem Grunde diese Zahnspitzen als ursprüngliche einfache, einheitliche Zähne gedeutet werden müssen.

Hiergegen spricht: Die Zähne sind Verknöcherungen von Kutispapillen, auf welchen ein Epidermisbelag als Schmelz membran liegt (Hertwig). Es giebt nun viele Kutispapillen und Abkömmlinge von solchen, welche thatsächlich zahlreiche Fortsätze besitzen, so besonders die Papillen der Mundschleimhaut, der Zunge etc. Ferner könnte man sich das selbständige Verknöchern der Zahnspitzen dadurch erklären, dass die hervorragenden Auswölbungen einer Papille durch den Druck beim Kauen zuerst zur Verknöcherung angeregt werden und dass diese Verknöcherungen bei der Grösse der Papillen eine gewisse Selbständigkeit erlangen, ehe die Verknöcherung der ihnen gemeinsamen Basis beginnt.

Es sind also die Gründe, auf welche Kückenthal seine Ansicht von der Natur der vielspitzigen Backzähne stützt, nicht beweiskräftig. Dagegen glaubte ich anfänglich in

dem nachfolgenden Gedanken einen Weg für meine eigenen Untersuchungen gefunden zu haben. Ich schloss nämlich folgendermassen: Da gewöhnlich die Kutispapillen nur von einem Nerv versorgt werden, so werden Kutispapillen, die mehrere Fortsätze erwerben, höchstens eine Verzweigung dieses Nerven erkennen lassen, während dort, wo mehrere Kutispapillen mit einander verschmolzen sind, auch mehrere selbständige Nerven in die vergrösserte Papille eintreten werden. Sind also die komplizierten Backzähne der Säugetiere aus mehreren Papillen zusammengewachsen, dann müssten sie auch durch mehrere selbstständige Nerven versorgt werden, und zwar durch so viele Nerven als Zahnspitzen vorhanden sind. Es würde also nachzuweisen sein, ob ein komplizierter Backzahn von mehreren Nerven versorgt wird, oder nur von einem. Ist das letztere der Fall, dann wäre bewiesen, dass die Papille, welche den Zahn erzeugt hat, eine einfache Papille war. Treten aber mehrere selbständige Nerven in den Zahn hinein, so würde das ein Beweis dafür sein, dass mehrere Papillen zu einem Zahne verwachsen sind. Dies war der Hauptgedanke, der mich im Anfang meiner Untersuchungen beherrschte. Aber bald sah ich ein, dass ich auf diese Weise nicht zu dem mir gesteckten Ziele kommen konnte. Der Nerv war in allen Stadien der Backzahnentwicklung deutlich nachweisbar, doch konnte ich nirgends einen ursächlichen Zusammenhang zwischen ihm und der Papille entdecken. Es zeigten alle Schnitte immer dasselbe Bild (Fig. 19), sodass sicher anzunehmen ist, dass ein wirkliches Eintreten des Nerven in den Zahn erst in einem späteren Stadium stattfindet, und zwar wird es wohl dann geschehen, wenn Zahnkrone und Zahnwurzel ihre Ausbildung erlangt haben. Ich musste mich deshalb auf das Stadium der Entwicklung

der Zahnpapille beschränken, und zwar der Papille, aus welcher die Schweinemolaren ihren Ursprung nehmen. Denn nur die Molaren und in zweiter Linie die Prämolaren können bei einer Prüfung der neuen von Röse und Kückenthal aufgestellten Theorieen in Frage kommen, da nur sie als Höckerzähne im eigentlichen Sinne anzusprechen sind.

III.

Der Backzahn des Schweines beginnt seine Entwickelung in der Weise, wie andere Säugetierbackzähne. Unterhalb der als Zahnfurche bezeichneten Einsenkung des Kieferwalles bildet sich eine im Durchschnitt spindelförmige Verdickung des Kieferepithels, welche die erste Anlage der zahnbildenden Leiste repräsentiert. Diese Verdickung senkt sich schlauchförmig in das darunter liegende embryonale Bindegewebe ein, jedoch nicht senkrecht, sondern im schiefen Winkel zum Grate des Zahnwalles (Fig. 2). Nach einiger Zeit verändert sich die bis dahin schlauchförmige Zahnleiste, weitet sich unten aus und nimmt eine sackförmige Gestalt an. Dies hat in folgendem seinen Grund. Die in der Tiefe wachsende Zahnleiste trifft nunmehr auf die aus der Cutis ihr entgegenwachsende Zahnpapille und strebt darnach, die Papille zu umwachsen (Fig. 3). Die Umwachsung fängt an mit einer Abplattung der unteren blasig aufgetriebenen Spitze der Zahnleiste. In diesem Stadium ist auch die Papille als solche zuerst deutlich zu erkennen. Ihre Zellen sind dichter an einander gedrängt als die des umgebenden embryonalen Bindegewebes und haben eine andere Tingierbarkeit angenommen. Zur selben Zeit verdichtet sich auch das um die Papille und den unteren Teil der Zahnleiste liegende embryonale Bindegewebe und ordnet sich in konzentrischen Ringen um die beiden

Gebilde an (Fig. 4, 5, 6). Dies ist die erste Bildung des Zahnsäckchens. Die fortschreitende Entwickelung der Zahnleiste besteht jetzt einfach in einer langsamen Umwachsung der Papille, wobei dieselbe nicht vollständig eine passive Rolle spielt, sondern in demselben Maasse, wie sie von der Zahnleiste umwachsen wird, auch in die Einstülpung der zahnbildenden Schicht hineinwächst. Am meisten bei der Umwachsung beteiligt ist der Rand, der jetzt sich der Becherform nähernden Zahnleiste (Fig. 5, 6). Wenn der grösste Teil der Papille in senkrechter Richtung umwachsen ist, schlagen sich die Ränder der Leiste nach unten um und nähern sich um ein bedeutendes. Als die Zahnleiste die sackförmige Gestalt annahm, zeigten sich schon in ihr zwei bestimmte Schichten, eine nach dem Bindegewebe und nach der Papille zu liegend, aus hohen, säulenförmigen Zellen bestehend, und eine innere, mit grossen blasigen, vieleckigen Zellen. Während dieser Zeit ist der Raum, in dem diese grossen blasigen Zellen liegen, und welcher von den Autoren als Schmelzpulpa bezeichnet wird, immer grösser geworden, während die Zellkerne sich mehr dem Zellenrande genähert haben. In der Tinktion macht dieses Gewebe einen sternförmigen Eindruck. Hand in Hand mit dieser Vergrösserung des Raumes geht ein engeres Aneinanderschliessen der säulenförmigen Zellelemente in dem oberen Teile der Zahnleiste, den wir in diesem Falle kurz als Zahnkeimhals bezeichnen wollen (Fig. 5 u. 6). Dieser Zahnkeimhals wird immer länger, er reduziert sich dabei mehr und mehr, sodass er zuletzt nur noch durch einen dünnen bindegewebsartigen Strang repräsentiert wird (Fig. 9). Einem ähnlichen Schicksale der endlichen Reduktion geht auch die obere Decke der glockenförmigen Schmelzpulpa entgegen; ihre Zellen werden

nach und nach kürzer, und zwar in dem Maasse, wie sich die Papille ausbildet und von der Schmelzpulpa umwachsen wird. Im Gegensatz zu der ziemlich unwichtigen Rolle, welche die eben besprochene äussere Schicht der Schmelzpulpa in der Entwicklung des Zahnes spielt, steht die innere der Oberfläche der Papille aufliegende Schicht, welche aus eben solchen säulenförmigen Zellen besteht. — Von ihren Elementen muss man angeben, dass sie gradatim an Länge zunehmen. Die der Papille aufliegende Zellkappe hat die wichtige Funktion der Bildung des Schmelzes übernommen und wird als Schmelzmembran bezeichnet. Während bis hierher die Elemente der Papille alle ein gleichmässiges Aussehen hatten, macht sich jetzt eine Differenzirung derselben bemerkbar. Dort, wo Papille und Schmelzmembran zusammenstossen, werden die Papillenzellen länger und nehmen cylindrische Form an mit einem deutlichen Zellenkern in der Mitte, so dass sie das Ansehen eines Pallisadenepithels bekommen.

Zwischen beiden Membranen, der Schmelzmembran und der von der Papille abgesonderte Pallisadenmembran, deren Elemente man als Odontoblasten bezeichnet, hat sich eine stark leichtbrechende Schicht abgeschieden, die die ersten Anfänge des sich bildenden Schmelzes bezeichnet. Die Papille, welche bis dahin einen einfachen Kegel mit unregelmässiger Oberfläche bildete, nimmt jetzt eine zweihöckrige Gestalt dadurch an, dass sich die Schmelzmembran in die Spitze der Papille einsenkt. Der erste Anlass zu diesen Entwicklungen scheint nach meinen Untersuchungen nicht von der Padille, sondern von der Membran auszugehen, da zuerst an der Oberfläche der Membran eine Ausstülpung eintritt, der erst später die Einbuchtung an der Papillenspitze nachfolgt.

Es wird durch die Beobachtung die Angabe Griebels

bestätigt, der in seiner Odontographie, pag. 19, folgendes sagt: Bei vielzackigen und vielhöckerigen Schmelzzähnen schiebt schon frühzeitig die Schmelzpulpa Fortsätze gegen die Dentinpulpa vor und teilt deren Oberfläche. Diese Ausstülpung senkt sich immer tiefer in die Papille hinein und giebt damit den ersten Anstoss zur beginnenden Höckerbildung des Molaren. Die zuerst u..ten scharf zugehende Einsenkung wird allmählich stumpfer und nimmt die Form eines breiten Fingers an. Zu gleicher Zeit zeigen sich an der fingerförmigen Einsenkung der Schmelzmembran ungefähr auf der Hälfte seitliche Ausstülpungen, welche sich ähnlich verhalten, wie die Hauptausstülpung, nämlich dass sie sich in die beiden Haupthöcker einsenken und von jedem einen kleinen Nebenhöcker abspalten. (Fig. 7.)

Verlassen wir jetzt die Papille, welche bereits so ziemlich den Typus eines mehrspitzigen Zahnes trägt, und sehen wir nach, welche Veränderungen während dieser Zeit mit der Zahnleiste und dem Zahnkeimhalse vorgegangen sind.

Als wir diese beiden Gebilde verliessen, stellten diese einen gegen den Schmelzkeim verjüngten, gegen das Epithel jedoch trichterartigen vielzelligen Strang dar, dessen Rand ganz ebenso wie das Schmelzorgan von hohen pallisadenförmigen Zellen gebildet ist. Das Innere und hauptsächlich der obere nach dem Epithel zu gelegene Teil ist von grossblasigen Zellen erfüllt. Diese Formbeschreibung kann jedoch nur in grossen Zügen als richtig bezeichnet werden, denn schon im Beginn der Umwachsung der Papille durch die Schmelzpulpa hat sich seitlich an der Zahnleiste kurz vor dem Punkte, wo dieselbe in den Zahnkeimhals übergeht, ein kleiner divertikelartiger Sack gebildet, der weiter und weiter

auswächst und das benachbarte embryonale Bindegewebe ebenso wie vorher die Schmelzpulpa zu einer Verdichtung und konzentrischen Anordnung seiner Elemente bringt. Bei Zähnen, die einem Wechsel unterworfen sind, entsteht aus einer Aussackung der Zahnleiste die zweite oder bleibende Dentition. Bei derartigen Gebissen wird das Divertikel zu einem wirklichen Schmelzkeim ausgebildet, umwächst eine Papille und bildet sich in derselben Weise zu einem Zahn fort, wie es bei der erst beschriebenen Zahnanlage gesehen worden ist. Bei den Schweinemolaren, welche bekanntlich keinem Wechsel unterworfen sind, sollten sich der Theorie und auch den Angaben der älteren Autoren nach kein Vorgang bemerkbar machen, der einer Einstülpung ähnlich sehe. Es würden demnach ohne irgend welche Veränderung an sich selbst die zweite Dentition länger werden, ander Seite der ersten Zahnanlage herabwachsen und endlich atrophieren.

Durch meine Präparate habe ich jedoch eine andere Ansicht von diesem Vorgange erhalten, welche in einigen Punkten mit einer noch später mitzuteilenden Thatsache in Übereinstimmung steht.

Dieser Vorgang ist nicht so einfach, wie man annehmen könnte, sondern es treten bei demselben Erscheinungen zu Tage, die einer wirklichen Einstülpung in höchstem Grade ähnlich sehen. Auf Fig. 10 und 11 ist dieser eben besprochene Vorgang dargestellt.

Zuerst bildet das Ende dieser Dentition einen kleinen hakenförmigen Fortsatz. Da, wo der hakenförmige Fortsatz beginnt, entsteht dann nach der anderen Seite hin eine neue Aussackung, welche länger wird und der ganzen Formation das deutliche Aussehen einer Einstülpung giebt. Nach der Ausbildung dieser Anlage beginnt sogleich die Rückbildung der zweiten Dentition, die dann auf späteren

Stadien wieder als einfacher Zellstrang in Erscheinung tritt, bis auch dieser von dem umliegenden Bindegewebe vollständig resorbiert wird. Fast zu gleicher Zeit, wie sich die zweite Dentition von der Zahnleiste differenziert, erscheint auf der anderen Seite der Zahnleiste zwischen den Ausgangspunkten der ersten und zweiten Dentition eine neue Ausstülpung, die ganz das Aussehen des Anfanges einer neuen Zahnanlage zeigt. Diese Ausstülpung bleibt kurz. Ihre nach dem Rande zu gelegenen Zellen nehmen nicht so ausgeprägt die Form der Schmelzmembranzellen an. Wenngleich diese Anlage nicht so lang wird, wie die übrigen Dentitionen, so zeigt sie doch aus sofort näher zu erörternden Gründen vollständig die Charaktere eines solchen und muss daher als eine dritte Zahnanlage angesprochen werden. Es bildet sich auch hier diese charakteristische Sackform, welche zuerst einen seichten Boden bildet, und sich dann sehr schnell einstülpt. Doch ist diese Einstülpung nicht eine runde wie vorher, sondern sie erscheint auf Schnitten scharf eingekerbt. Beide Zahnanlagen, die zweite und dritte, kommen nicht zur Ausbildung, sondern werden resorbiert und zwar auf folgende Form. Zu bemerken ist hierbei noch, dass diese zuletzt besprochene Einstülpung kurze Zeit vor der zweiten Dentition stattfindet. Während noch deutlich bei der zweiten Dentition die Aussackung zu sehen ist, beginnt bereits die dritte zu atrophieren. Der Schwund geht sehr schnell vor sich. Zuerst wird der Kolben spindelförmig, streckt sich etwas gegen das Bindegewebe hin und scheint, nach meinen Praparaten zu schliessen, vollständig in seine Bestandteile zu zerfallen.

Ich kehre zu der Zahnanlage zurück, welche den funktionierenden Zahn erzeugt.

Während die Höcker in dieser Zahnanlage sich bilden, und die Zahnpapille weiter nach oben hervorwächst, geht,

wie das ja auch naturgemäss ist, die Schmelzpulpa immer weiter zurück, bis sie nur noch eine dünne Glocke darstellt, die nur noch zwischen den Höckern eine gewisse Mächtigkeit beibehält. Sie hat auch dann noch das grossblasige Zellgefüge, doch ist an den meisten Stellen schon eine Degeneration wahrzunehmen, so hauptsächlich in der Tiefe der Furche, welche sich zuerst in die Papille eingesenkt hat. Von dem höchsten Punkte der äusseren Säulenzellenschicht des Schmelzkörpers zieht sich bis zur tiefsten Einsenkung der Schmelzmembran in die Papille ein strahlenförmiges Gewebsbüschel herunter, welches sich stark tingiert, und das nur, wie ich vermute, als zusammengedrängte Masse von halb degenerierten Schmelzkörperzellen angesehen werden kann. Der sich am längsten erhaltende Teil des Schmelzkörpers ist die der Papille direkt aufliegende Schmelzmembran, der die bedeutsame Aufgabe der Schmelzabsonderung obliegt. Der Verknöcherungsprozess beginnt an der Spitze der Höcker, indem sich hier, wie Röse-Anat. Anz. 92 p. 397 richtig angiebt, sogenannte Zahnscherbchen bilden, die sich immer weiter nach unten ausdehnen, bis sie schliesslich zusammenstossen und durch ihre Verwachsung zum einheitlichen Dentingerüst des Zahnes werden. Ebenso wie die Verkalkung an der Spitze der Höcker beginnt, lagert sich zuerst auf die Spitze der Höcker Schmelz ab. Ausserdem scheinen einzelne meiner Präparate für die Meinung Röse's zu sprechen, dass die Verkalkung des Schmelzes früher beginnt, als diejenige des Dentins, (vgl. Röse, Über die Entwicklung des menschlichen Gebisses, Verhandlung der deutschen odontologischen Gesellschaft 1892). Hauptsächlich sind es Holzessigpräparate, welche zur Stütze dieser Vermutung herangezogen werden könnten. Indes so selbstverständlich

wie Röse die Sache hinstellt, dürfte sie nicht sein, namentlich scheint mir Röse's Beweisführung nicht schwerwiegend genug. Denn wenn auch aus den Präparaten hervorzugehen scheint, dass die Anregung zur Zahnbildung vom Schmelzkeime ausgeht, so dürfte doch de facto die Thatsache sich umgekehrt verhalten. Die das Dentin erzeugende Papille bildet zweifellos das Fundament des Zahnes und die Schmelzbildung ist nur ein sekundärer Prozess. Es ist indes auch möglich, dass sich die verschiedenen Vertebratengruppen insofern verschieden verhalten, dass bei der einen die Schmelzbildung früher als bei der anderen eintritt.

IV.

Nachdem ich so die Ontogenese des Schweinemolaren festgestellt habe, will ich nun an der Hand meiner Untersuchungen das Verhältnis seiner Höcker zur Papille besprechen und die darüber aufgestellten Meinungen auf ihre Richtigkeit hin prüfen. Zuerst handelt es sich dabei um die Frage, ob der ganze vielhöckerige Molar als einheitliches Gebilde anzusehen sei oder nicht; mit anderen Worten, verdankte er seine Entwicklung einer oder mehreren Zahnpapillen, entspricht ferner der ganze vielhöckerige Säugetiermolar einem nur durch die Lebensweise oder durch andere Ursachen modifizierten Reptilienzahne, oder ist jeder einzelne Höcker als das Homologon eines Reptilienzahnes aufzufassen? Zwar hat Leche „Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei Säugetieren“ (morphologische Jahrbücher 1892 pag. 503) mit Entschiedenheit betont, „es sei eine Meinung, keine bewiesene Thatsache, dass die Saugetierzähne von einfachen Kegelzähnen oder besser gesagt von kegelförmigen Reptilienzähnen abzuleiten seien.“ Trotzdem muss man, so glaube

ich auch ferner noch, wenn man die Zähne aller Wirbeltiere untereinander vergleicht, von dieser „Meinung“ ausgehen, da nur hierdurch überhaupt die Grundlage für die exakte Forschung geschaffen werden kann, denn es sprechen ebensoviel paläontologische und vergleichend anatomische Gründe dafür, dass die Reptilien die Vorfahren der Säugetiere sind, und wenn sie dieses sind, dann muss auch ihr Gebiss genetisch mit dem der Säugetiere in Verbindung gebracht werden. Und da ausserdem alle Wirbeltierzähne eine gleich ontogenetische Entstehung haben, so liegt der Gedanke nicht fern, dass sie schon deshalb phylogenetisch verwandt sind, und ist das der Fall, dann muss natürlicher Weise die einfachere Form die Ausgangsform sein. Drittens kommt dazu, dass thatsächlich die Paläntologie die Entwicklung des vielhöckerigen Zahnes aus dem einhöckerigen deutlich erkennen lässt, so haben es Cope, Osborne, Schlosser bewiesen, nicht behauptet, und Fleischmann hat sich ihnen auf Grund eigener ontogenetischer Untersuchungen bereitwilligst angeschlossen. Und er hat sehr recht, wenn er sagt, dass jeder, der die Richtigkeit der Entwicklungstheorie zugiebt, bei dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnis, diese Zahnhypothese als sehr wahrscheinlich betrachten muss. „Wenn überhaupt eine Ableitung der Saugetiermolaren von einfacheren Formen möglich ist, so müssen die Ausgangsglieder bei Reptilien gesucht werden.“ (Fleischmann: „Die Grundform der Backenzähne bei Säugetieren und die Homologie der einzelnen Höcker. Sitzungsbericht der Kgl. Preuss. Akademie Juni—Dezember 1891.)

Leche wendet sich aber auch gegen Röse, der bisher am eifrigsten und erfolgreichsten den entgegengesetzten Standpunkt vertreten hat, und der Ansicht ist,

dass der vielhöckerige Säugetiermolar aus mehreren Reptilienzähnen zusammengewachsen ist. Er führt an, Röse sage selbst, ein exakter Beweis für die Richtigkeit seiner Ansicht liesse sich durch die Entwicklungsgeschichte allein nicht führen, auch seien die Urkunden der Paläontologie in der vorliegenden Frage noch sehr mangelhaft, während die vergleichende Anatomie zu ihrer Lösung gar nichts beitragen kann. Dieser Ausspruch muss nach der Meinung Leche's richtiger dahin formuliert werden, dass sowohl die Thatsachen der Paläontologie als auch der vergleichenden Anatomie ziemlich unverkennbar gegen die in dem Röse'schen Schema ausgedrückten Anschauungen sprächen: hiergegen möchte ich einwenden, obgleich ich die Röse'sche Theorie in Folge meiner eigenen Beobachtung nicht anerkennen kann, dass mir die Lech'sche Inversion nicht plausibel erscheint. Von den mesozoischen Säugetieren sind fast nur ausgewachsene Gebisse vorhanden. Wer kann uns nun ontogenetisch beweisen, dass die Papillen dieser zusammengesetzten Zähne nicht doch aus mehreren zusammengetretenen Papillen entstanden sind, denn die jetzige einfache Backzahnpapille könnte ja durch Verkürzung in der Ontogenie allmählich entstanden sein und dann also doch mehreren früheren Einzelpapillen der mesozoischen Säuger und weiterhin der Reptilien entsprechend sein. Trotzdem ich die Leche'schen Einwände nicht für berechtigt halte, muss ich doch aus anderen Gründen der Angabe von Röse (Anat. Anz. 1892, pag. 391) von der Entstehung der vielhöckerigen Molaren und ebenso der Prämolaren entschieden widersprechen. Die Schnittfigur nämlich, welche Röse zur Stütze seiner Ansicht bringt, kann ich nicht als beweiskräftig anerkennen. Unter meinen Präparaten findet sich eines, welches dem Röse'schen ziemlich genau

entspricht und in Fig. 8 abgebildet ist. Dieses Präparat habe ich dadurch erhalten, dass ich bei schräger Schnittführung den Aussenrand der Papille seitlich getroffen habe. Auf ähnliche Weise ist wohl auch das Röse'sche Bild entstanden. Denn wenn auch die Randpartie der Papille, sobald der Schnitt mitten durch die Papille geführt wird, eben erscheint, so sind doch an der Basis derselben kleine Unebenheiten vorhanden, welche auf einen Randschnitt leicht als gesonderte Papillen erscheinen können. Zwar scheint in dem Röse'schen Präparate der Schnitt mitten durch die Papille zu gehen, weil von ihm durch den Schnitt auch der Zahnkeim und die Zahnleiste getroffen ist. Doch ist dies auch auf andere Weise zu erklären. In diesem Zahnentwickelungsstadium sind Zahnleiste und Zahnkeimhals noch so umfangreich, dass ein schräg zur Sagittalebene geführter Schnitt sowohl durch die Randpartie der Papille als auch durch Zahnkeimhals und Zahnleiste gelegt sein kann, wenn nämlich der Schnitt von hinten oben nach vorn unten geführt ist. Mein Präparat zeigt auch eine scheinbar zusammengesetzte Papille, und, für sich betrachtet, würde es durchaus als Beleg für die Röse'sche Ansicht zu halten sein, wenn nicht die übrigen mehr oder minder die Mitte der Papille treffenden Schnitte gerade das Gegenteil beweisen würden, nämlich, dass nur e i n e, runde vollständig in sich geschlossene einfache, einheitlich gestaltete Zahnpapille vorhanden ist. Wenn wir an dem Grundsatz festhalten, dass die Ontogenie eine Rekapitulation der Phylogenie ist, wenn auch in gedrängter und häufig abgeänderter Form, so müsste, falls die Röse'sche Ansicht richtig ist, die Zahnpapille schon bei ihrer Entstehung zusammengesetzt erscheinen und zwar schon zu einer Zeit, ehe sie mit der Zahnleiste in nähere Berührung tritt. Dies ist jedoch

nicht der Fall. Die Papille zeigt bei ihrem ersten Auftreten ein total einheitliches Bild, das ein in sich vollständig abgeschlossenes Ganzes bildet. Die spätere Zerklüftung der Papille, welche für Röse zur Aufstellung seiner Theorie so massgebend ist, geht, wie ich oben gezeigt habe, in erster Linie nicht von der Papille, sondern von der Schmelzpulpa aus, welche sich in erstere einsenkt. Wie sich in diesem Falle das Auftreten der Zahnscherbchen deuten lässt, darauf werde ich später zurückkommen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich gleich an jene Beobachtung Kückenthals anknüpfen, welche diesen Forscher zum Mitkämpfer für die Röse'sche Anschauung machte. Im anatomischen Anzeiger von 1891 pag. 367 beschreibt er eine Veränderung der Zähne der bei Spitzbergen lebenden Bartenrobben (Phoca barbata) in folgender Weise: „Aus mechanischen Ursachen (harte, in Muscheln bestehende Nahrung, sowie in letzter Beziehung mangelhafte Verkalkung der Zähne) haben sich bei dem mir vorliegenden Individuum die Backenzähne abgeschliffen und sind mit Ausnahme des letzten Molaren mehr oder weniger in je zwei getrennnt worden, die ein durchaus gleichartiges Aussehen darbieten. Statt 5 Backenzähne sind also 7—8 einhöckerige vorhanden, sodass also hier aus Backenzähnen durch Teilung derselben einspitzige kegelförmige Zähne entstehen."

Hieraus deduziert nun Kückenthal, dass ähnlich wie aus Backenzähnen durch Teilung einspitzige Zähne entstehen können, auch im Laufe der Tiergenerationen aus mehreren Kegelzähnen ein Backenzahn entstehen kann. Meiner Meinung nach kann dieser Fall absolut nicht zur Unterstützung der Hypothese, dass die Backenzähne sich aus einzelnen Zähnen gebildet haben, heran-

gezogen werden, denn, erstens muss man sagen, wenn hier komplizierte Zähne wirklich in einzelne Teile zerfallen, liegt darin kein Beweis, dass umgekehrt die komplizierten Zähne aus solchen einzelnen Teilen zusammengesetzt sind und zweitens haben wir einen allein durch die Lebensweise veränderten Zustand der Zähne vor uns. Es beruht das Auseinanderfallen dieser Backzähne nicht auf eine Art Atavismus, sondern ist ein durchaus sekundärer Vorgang.

Kückenthal's Beobachtungen würden zu einem eklatanten Beweis werden, wenn der Autor gleichzeitig gezeigt hätte, dass bei Phoca barbata ontogenetisch die betreffenden Backzähne sich wirklich aus mehreren Papillen angelegt hätten, welcher Beweis aber bis jetzt ausgeblieben ist. Röse wiederum stützt hauptsächlich seine Ansicht, dass die komplizierten Zähne aus einfachen Zahnpapillen zusammengewachsen seien, durch den Hinweis auf das Auftreten und Verhalten der Zahnscherbchen. Wie seit lange bekannt und bereits am Anfange der Arbeit erwähnt, verknöchern die einzelnen Höcker der komplizierten Molaren als Zahnscherbchen ursprünglich selbstständig und unabhängig von einander und fliessen erst später in eine einheitliche Basis zusammen. Jeder dieser Zahnscherbchen scheint in seinem Bau vollkommen einem einfachen Kegelzahn der tiefstehenden Vertebraten homolog zu sein. So sehr auch diese Thatsache für seine Theorie zu sprechen scheint, so zeigt doch eine blosse Ueberlegung, wie ebenfalls im Beginne der Arbeit erwähnt, dass der Zahnscherbenbildungsvorgang sich auf eine einfachere mechanische Ursache zurückführen lässt. Die Krone des Zahnes wächst, nachdem sie ihre typische Form erhalten hat, langsam dem oberen Kieferrand zu. Sie muss sich bei diesem Wachsthum naturgemäss einen

Widerstand durch das über ihr gelegene Bindegewebe zuziehen. Es erhalten dabei natürlicher Weise diejenigen Teile der Zahnkrone, die am meisten hervorragen, den grössten Druck.

Dieser Druck übt demnach den heftigsten Reiz auf die Matrix des Schmelzes und des Zahnbeines, die Zahnspitzen aus, und wird hier, wo er am kräftigsten wirkt, auch die stärkste Reaktion hervorgerufen. Später wird dann die Verkalkung der tiefer gelegenen Kronenteile erklärlicher Weise in der Form vor sich gehen, dass zuerst die Teile fest zu Knochengeweben erstarren, die in der Nähe der schon verkalkten Partieen liegen, bis schliesslich die einzelnen Ossifikationskerne aneinander stossen, mit einander verwachsen und so die Zahnkrone erzeugen. Auf diese Weise hat man aus rein mechanischer Ursache die ontogenetische Entstehung der Zahnscherben erklärt. Auf eben solche mechanische Weise sind wahrscheinlich auch phylogenetisch die Höckerzähne entstanden. Ich schliesse mich demnach auf Grund meiner Untersuchungen und Ueberlegungen vollkommen der Meinung der älteren Autoren an, die Leche in kurzer Form l. i. pag. 536 in folgender Weise ausführt: Hiernach steht erstens fest, dass alle in erster Linie äusseren Einwirkungen und Veränderungen in der Lebensweise auf die Zahnkrone Einfluss haben und zweitens, dass die Umbildung der einfachen Greifzähne in Kauzähne an dem Punkte der Kiefer erfolgen muss, wo die Kaumuskeln ihre grösste Kraft entfalten. Und dies wird immer in der Nähe des Unterstützungspunktes des Hebels geschehen, als welchen man den Kieferapparat ansehen muss. Deshalb werden diejenigen Zähne, welche senkrecht über diesen Unterstützungspunkt liegen, am ersten von der Umbildung betroffen werden, die anderen aber um so weniger, je

weiter sie von diesem Punkte abliegen, d. h. je näher sie der Mundöffnung liegen. Es wird sich also zuerst der hinterste Zahn differenzieren und dann folgen der Reihe nach die weiter nach vorn her gelegenen. Die Differenzierung selbst hat bei den Säugern der Gegenwart schon bis über die Prämolaren hinaus gegriffen. Röse hat seine Theorie wohl aus dem Grunde aufgestellt, um für jeden einhöckerigen Zahn aus dem typischen Reptiliengebisse ein Homologon im Säugetiergebisse zu haben. Darauf deutet wenigstens das von ihm gegebene Schema hin. Aber trotz seiner Theorie ist er doch gezwungen anzunehmen, dass eine Unzahl der zahlreichen Reptilienzähne bei den Säugetieren verloren gegangen ist.

Wenden wir uns, nachdem wir das Verhältnis des Höckerzahnes zur Papille besprochen haben, der sogenannten zweiten Dentition zu. Erst Kückenthal ist es gelungen zu beweisen, dass einst auch die Molaren eine zweite Dentition gehabt haben, während man sie früher für einschichtig hielt. Auch in meinen Präparaten lässt sich die Anlage der Ersatzzähne deutlich erkennen. Durch die Auffindung dieses sich von der Zahnleiste abschnürenden und dann weiter auswachsenden Zellstranges wird bewiesen, dass die bei den Säugetieren funktionierenden Molaren dem Milchgebiss angehören, und dass ihre Ersatzzähne zwar angelegt werden, aber sich nicht ausbilden, sondern auf einer bestimmten Stufe absorbiert werden. Beim Studium der definitiven Zahnanlage bei den Prämolaren wurde es mir jedoch klar, dass die Papille des definitiven Zahnes vollständig unabhängig von der des Milchgebisses ist, und dass es sich in diesem Falle um eine vollkommene Neubildung handelt. Dass aber auch bei der Ersatzzahnanlage der eigentlichen Backzähne noch nicht ganz das Bestreben verschwunden ist, durch

Absonderung von Divertikeln eine Schmelzpulpa ähnliche Bildung zu veranlassen zeigt der auf Fig. 11 abgebildete Schnitt.

Bei der Beschreibung der Entwicklung der Schweinemolaren in einem früheren Abschnitte erwähnte ich eines Gebildes, das ich als eine dritte Zahnanlage deutete. In der Litteratur findet sich eine Angabe über Bildungen an der Zahnleiste, welche eine ähnliche Bedeutung haben sollen, bereits vor. Sie sind in einer vorläufigen Mitteilung enthalten und daher leider nicht von Zeichnungen begleitet.

Es berichtet nämlich Leche l. C. pag. 516 von Erinaceus: Besonders bemerkenswert ist ferner das Verhalten der Schmelzleiste neben dem glockenförmigen Schmelzkeime des P. 4 beim 83 mm langen Tiere. Dieselbe hat nämlich unmittelbar oberflächlich vom Schmelzkeime eine mediale Längsleiste, welche offenbar nichts anderes als das Ende der Schmelzleiste ist (Fig. 17). Wir haben hier somit das gleiche Verhalten zwischen Schmelzkeime und Leiste, wie auf früherem Stadium z. B. beim unteren M. 1, welcher etwa auf derselben Entwicklungsstufe wie hier P 4 steht. Dasselbe ist bei dem älteren (140 mm langen) Tiere mit P 3 der Fall. Wir finden somit, dass auch bei Ersatzzähnen sich der Schmelzkeim, wenn er das glockenförmige Stadium erreicht hat, sich von dem Schmelzleistenende emanzipieren kann. Hieraus ergiebt sich die Möglichkeit einer dritten Dentition.“ Sodann von Phascolarctus cinereus p. 524: „Ebenso wie bei Erinaceus habe ich hier ebenfalls bei einem Zahne der zweiten Dentition ein freies Schmelzleistende gefunden mit schwacher Anschwellung.“ - Ich würde keinen Augenblick anstehen, das von mir gefundene Zahnrudiment mit dem von Leche als solches

gedeuteten zu identifizieren und damit Leche in dieser Sache die Priorität zu zuerkennen, obgleich ich meinen Fund bereits gemacht hatte, als seine Publikation erschien, wenn nicht stets von einem lingualwärts gelegenen Leistenende bei Leche und Röse die Rede wäre. Hiervon habe ich auf keinem meiner Schnitte etwas bemerkt, jedoch wie deutlich aus meinen Lichtbildern zu ersehen ist, liegt die Anlage, die ich als dritte Dentition anspreche, auf der labialen Seite der Schmelzleiste. Dass dieser Zellencomplex wirklich eine Zahnanlage vorstellt, wird dadurch sicher erwiesen, dass er an seiner Spitze eine deutliche Einstülpung vorübergehend ausbildet. Das plötzliche Auftreten dieser Zahnanlage, sowie ihre ebenso schnelle Reduktion beweisen meiner Ansicht nach unwiderruflich, dass die ganze Anlage das sehr zurückgebildete Rudiment eines Zahnes darstellt, der bei den Vorfahren dieser Individuen aktiv thätig gewesen ist. Und da an verschiedenen Zähnen des Schweines derartige dritte Zähne vorkommen, so ist es sicherlich nicht kühn, wenn ich annehme, dass die Vorfahren der Schweine Individuen gewesen sind, die einen dreifachen Wechsel der Zahnreihe besessen haben mussten. Dies ist umsowahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass auch viele Reptilien einen mehrfachen Zahnwechsel aufweisen. Wie sich übrigens die Funde Leche's mit den meinigen stellen, wird erst dann klar werden, wenn dieses Autors umfassende Arbeit und vor allem dessen Zeichnungen vorliegen werden. Möglich ist es, dass die Leche'schen Funde uns mit einer vierten Dentition der Säugetiere bekannt machen.

Am Schluss meiner Untersuchungen erfülle ich die angenehme Pflicht, dem Direktor der zoologischen Sammlung am Kgl. Museum für Naturkunde zu Berlin, Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Möbius für die freundliche Überlassung von Untersuchungsmaterial, und dem Assistenten an derselben Anstalt Herrn Dr. Tornier für den mir bereitwilligst erteilten Rat, meinen aufrichtigen und herzlichen Dank abzustatten.

Litteraturverzeichniss.

Baume, Odontologische Forschungen Leipzig 1882.

„ Lehrbuch der Zahnheilkunde Leipzig 1885.

Cope, The mechanical causes of the development of the hard parts of the Mammalia. Journ. of Morphology Vol III 1889.

Fleischmann, die Grundform der Backenzähne bei Säugethieren und die Homologie der einzelnen Höcker. Sitzungsber. der Kgl. Akad. der Wissensch. Berlin XVI. 1891.

Flover, On the development and succession of the teeth in the marsupiala. Philos Transact. 1888. Vol. 171.

Giebel, Odontographie, Leipzig 1855.

Kückenthal, über den Ursprung und die Entwicklung der Säugetierzähne Jena'sche Zeitschrtft für Naturwissensch. XXVI. Bd. N. F XIX Bd. Jena 1892

„ Bemerkungen über Säugetierbezahnung. Anat. Anz. 1891.

Leche, Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugetieren. Morphol. Jahrb. XIX. Bd. III. Heft 1892.

Osborn, The evolution of mammalian molars to and from the tritubercular type. The American Natural. 1888.

„ The history and homologies of the human molar cusps. Anat Anz. 1892.

Röse, über die Zahnentwicklung der Reptilien. Deutsche Monatsschr. für Zahnheilk. 1892 Heft 4.

„ über die Erscheinung und Formabänderung der menschlichen Moralen. Anat. Anz. 1892.

„ Beiträge zur Zahnentwicklung des Edentaten, ibid.

„ über rudimentäre Zahnanlagen der Gattung Manis ibidem.

„ über die Zahnentwicklung der Beuteltiere ibid.

„ über die Zahnleiste und die Einschwiele der Sauropsiden, ibid.

„ über Zahnbau und Zahnwechsel der Dipnoer. ibid.

„ über die Entwicklung des menschlichen Gebisses. Verhandl. der deutsch. odontol. Gesellschaft. III. Bd. 1892.

Schlosser, die Differenzierung des Säugetiergebisses. Biolog. Centralbl. X. 1890—91.

„ die Entwicklung der verschiedenen Säugetierzahnformen

„ über die Deutung des Milchgebisses der Säugetiere. Biol. Centralbl. 1890—91.

Taeker, zur Kenntnis der Odontogenese bei Ungulaten. Inaug. Dissert. Dorpat 1892.

Thomas, On the homologies and succession of the teeth in the Dasyuridal etc. Philos. Fransact. 1888. Vol 171.

„ Das Milchgebiss der Säugetiere. Biol. Centralbl. 1890—91.

Wortmann, the comparative anatomy of teeth of the vertebrata 1886.

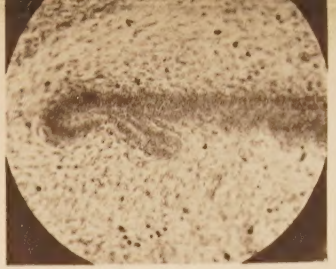
Figurenerklärung.

Figur 1. Schnitt durch die Zahnleiste.
„ 2. Derselbe Schnitt vergrössert.
„ 3. Sackform.
„ 4. Anfang der Umwachsung der Papille durch das Schmelzorgan.
„ 5. Kappenförmige Umwachsung der Papille.
„ 6. Fortgeschrittenes Stadium.
„ 7. Ausbildung von 4 Höckern.
„ 8. Randschnitt des Zahnkeimes.
„ 9. Die zweite und dritte Dentition, Zahnkeimhals.
„ 10. Ende der zweiten Dentition. Frühes Stadium.
„ 11. Späteres Stadium.
„ 12. Lage derzweiten Dentition in dem engen Raume zwischen Zahn- und Mundhöhlenepithel.
„ 13—18. Entwicklung und Reduktion der dritten Dentition.
„ 19. Nerven und Gefässe unterhalb der Zahnanlage.

Figur 2, 3, 10—19 wurden mit Zeiss E. photographiert. Figur 19 mit Oc. 2. Die übrigen mit Oc. 1. Die anderen Figuren mit Zeiss Bc. Oc. 1.

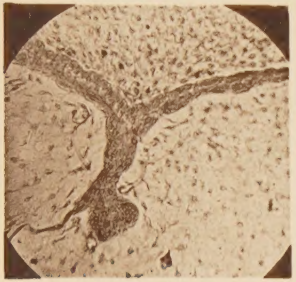
9

10



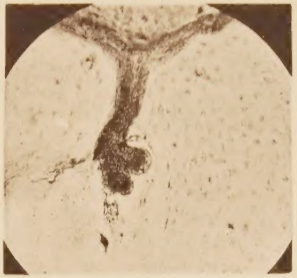
11

12

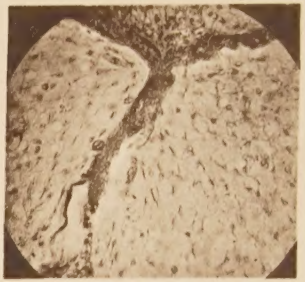


13

14

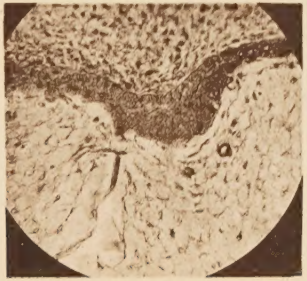


15

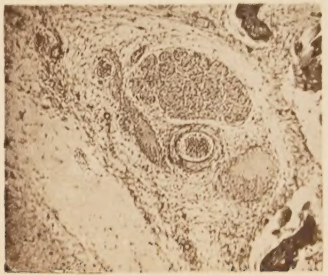


16

17



18



19

1

2

3

4